

OLED 技术在显示和照明中的新应用

By Tobias Canzler

尽管用于照明的有机发光二极管 OLED 引人关注，但它们仍处于试验阶段；但是采用 OLED 的显示器已经开始向手持产品市场渗透。一般来说，OLED 在未来能否成功取决于 3 个关键因素：更高的发光效率、更长的寿命以及有竞争力的价格。

Novalded 成功地将硅工艺中著名的 PIN 结构应用到 OLED 制造中，使其满足了以上三个条件。在这里，PIN 是一种 OLED 结构的首字母缩写，这种结构拥有一个 p 空穴传输层，一个本征导电发射区，以及一个 n 电子传输层。在 P 极、N 极与高导电层的接触面上极大地增加了电荷载流子的注入，使传输层之间的压降达到最小。因此，这种 PIN 结构可以在更大的衬底上集成高效率顶部发光二极管。尤其是在上次实验中，我们将红、绿、蓝顶部发光二极管的发光效率提高到了前所未有的水平。而且，顶部发光二极管的使用寿命达到甚至超过了很多应用的要求。

目前厂家交付的大多数有源矩阵 OLED 显示器都是底部发光型，它们通过玻璃衬底发光。这种结构缩小了相对发光孔径，而使用顶部发光 OLED 的有源矩阵显示器的填充系数更高，因此使用寿命更长。底部发光二极管的相对孔径的典型值为 40%，而顶部发光二极管的相对孔径的典型值可以达到 75%，从而可以将像素亮度减少将近 1/2，并将器件寿命增加 1/3 以上，其前提条件是假设顶部发光和底部发光 OLED 的使用寿命和效率相差无几，但这个假设很难实现。

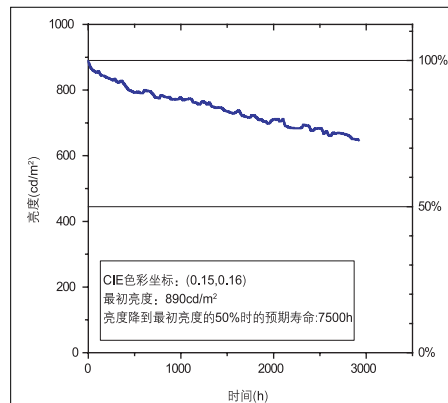
而 Novalded 的研究人员最近成功地将这种假设变成了现实。如表 1 所示，红、绿、蓝有机发光二极管达到了极高的发光效率。这些封装好的器件由外界的恒定电流驱动。采用磷光发射器 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 的底部发射绿光二极管在亮度为 $500\text{cd}/\text{m}^2$ 时的寿命为 3.5 万小时。与

表 1. 现有的 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ PIN OLED 的参数

发射光	CIE坐标(x/y)	电压	cd/A	lm/W	Q.E.(%)
底部发射绿光(磷光)	0.30/0.62	2.9	83	77	19
顶部发射绿光(磷光)	0.30/0.65	2.9	78	73	19
底部发射红光(磷光)	0.69/0.31	2.9	6.4	6.7	11
顶部发射红光(磷光)	0.69/0.31	3.1	23	17	15
底部发射蓝光(荧光)	0.14/0.17	3.1	8.8	7.3	7.5
顶部发射蓝光(荧光)	0.14/0.13	3.5	5.5	4.2	4.6

寿命仅有 1 万小时。

右图显示了一个采用深蓝荧光发射器的底部发光 PIN-OLED 的寿命 - 亮度曲线。这个最初亮度为 $890\text{cd}/\text{m}^2$ 的



器件经过了 3000 小时的测试，亮度依旧高于最初亮度的 70%。Novalded 公司采用 Merck OLE Materials 公司的深红色磷光发射器，制作了顶部发光 PIN-OLED，其最初亮度为 $500\text{cd}/\text{m}^2$ ，寿命达到了 10 万小时，这种效果与底部发光 PIN-OLED 相似，甚至超过了使用相同发光器件的无掺杂 OLED 的使用寿命。结果表明，将有机发光材料技术与 PIN 技术相结合的 Novalded PIN OLED™，可以达到甚至超过采用传统无掺杂电荷传输层的 OLED 的寿命。此外，采用这种技术可以保持顶部发光 OLED 卓越的性能并延长使用寿命，这正是大孔径有源矩阵显示器所需要的。

在积分球内测试 CIE 色彩坐标为 (0.34, 0.33) 的白光荧光 PIN-OLED，在亮度为 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 时，其发光效率达到了 $17\text{lm}/\text{W}$ ，使用寿命达到了 2 万小时。而对照明来说，则要求在亮度为 $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ 时达到 50 到 $80\text{lm}/\text{W}$ 的发光效率。很显然，这个目标只有通过进一步提高器件的参数等途径才能实现，如：采用三个发射器的系统或提高光输出耦合效率的技术。

这样看来，Novalded 的研究人员已经为效率高、寿命长、热稳定性高的顶部发光全彩色 OLED 器件的大规模生产做好了准备。如果用于背光照明和其他照明的白光 OLED 能取得令人鼓舞的进展，也会为白光 PIN OLED 在近期内应用到工业领域铺平道路。□

作者简介

Tobias Canzler 是 Novalded GmbH (<http://www.novalded.com>) 的高级科学家。

之前报道的采用 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 的 OLED 在 $600\text{cd}/\text{m}^2$ 时的最长